สรรสาระ

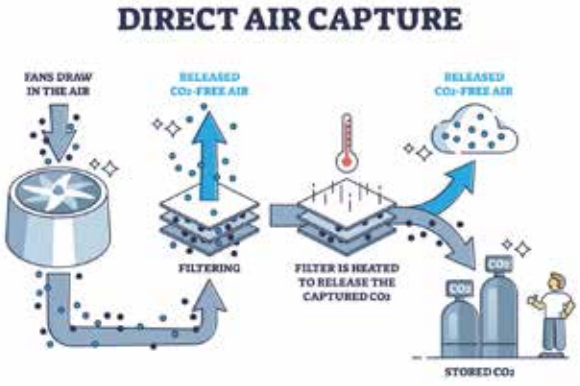
Air Protein อาหารแห่งอนาคต

ภัทราภรณ์ นุชกระแส นักวิทยาศาสตร์
กองบริหารจัดการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ

จากการประมาณการโดยสำนักงานกิจการเศรษฐกิจและสังคมแห่งสหประชาชาติ (United Nations Department of Economic and Social Affairs: UNDEAS) คาดการณ์ว่าต้องผลิตอาหารเพิ่มให้ได้อย่างน้อย 70 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้เพียงพอกับจำนวนประชากรโลกที่น่าจะพุ่งสูงขึ้นไปแตะหลักหมื่นล้านคนในปี 2050 แต่ด้วยเทคโนโลยีการผลิตอาหารในปัจจุบันเป็นไปได้ยากที่จะผลักดันการเพิ่มการผลิตอาหารให้เป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้ ด้วยเหตุนี้จึงมีความจำเป็นในการคิดค้นนวัตกรรมเพื่อผลิตอาหารให้เพียงพอต่อความต้องการของประชากรโลก ซึ่งปัจจุบันการบริโภค “ Novel Food หรือ อาหารใหม่ ” โดยเฉพาะอาหารที่ทำมาจากวัตถุดิบชนิดใหม่ เป็นที่ถูกกล่าวถึงมากขึ้น ไม่เพียงเพราะช่วยเพิ่มปริมาณอาหาร แต่ยังช่วยลดสภาวะโลกร้อน ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 376 ได้ให้ความหมายของ “Novel Food หรือ อาหารใหม่” ไว้ ดังนี้ “อาหารใหม่ หมายถึง อาหารหรือส่วนประกอบของอาหารที่ปรากฏหลักฐานทางวิชาการว่ามีประวัติการบริโภคเป็นอาหารน้อยกว่า 15 ปี และเป็นอาหารที่ได้จากกระบวนการผลิตที่ไม่ใช่กระบวนการผลิตโดยทั่วไปของอาหารนั้น ๆ ที่ทำให้ส่วนประกอบ โครงสร้างของอาหาร รูปแบบของอาหารนั้นเปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญ ส่งผลต่อคุณค่าทางโภชนาการ กระบวนการทางเคมีภายในร่างกายของสิ่งมีชีวิต หรือระดับของสารที่ไม่พึงประสงค์”

การนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาสร้างแหล่งอาหารใหม่ที่เพิ่มผลผลิตได้เร็ว และใช้พื้นที่เพาะเลี้ยงน้อยกว่าการทำปศุสัตว์แบบเก่า ลดทรัพยากรอาหารในการเลี้ยงดูที่สำคัญ ยังให้คุณค่าทางโภชนาการสูงและส่งผลดีต่อความยั่งยืนของโลก เพราะสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ลดการสร้างขยะเหลือทิ้ง (Zero Waste) จากกระบวนการผลิตตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ ซึ่งได้มีการบัญญัติศัพท์ขึ้นและเรียกแหล่งอาหารใหม่ที่เกิดจากการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาสร้างอาหารว่า “อาหารแห่งอนาคต (Future Food)” ตัวอย่างนวัตกรรมอาหารแห่งอนาคต อาทิ เนื้อเทียม (Plant-based Protein), เนื้อจากห้องแล็บ (Cultured Meat), ซุปเปอร์ฟูด (Super Food) และอาหารนวัตกรรมใหม่ เป็นต้น ซึ่งเทคโนโลยีโปรตีนจากอากาศ (Air Protein) เป็นหนึ่งในอาหารนวัตกรรมใหม่ ที่ตอบโจทย์ทั้งวิกฤตโลกร้อนและวิกฤตอาหารได้ในคราวเดียว แนวคิดเรื่อง Air Protein นั้นได้รับแรงบันดาลใจจากงานวิจัยของ NASA ที่ค้นคว้าตั้งแต่ทศวรรษ 1960 เพื่อพยายามมองหาวิธีผลิตอาหารสำหรับนักบินอวกาศ ที่ต้องอยู่ภายใต้พื้นที่และมีทรัพยากรในการดำรงชีวิตอย่างจำกัด

การผลิต Air Protein จำเป็นต้องมี CO_2 เป็นแหล่งคาร์บอนสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดย CO_2 ที่ใช้ในถังหมักใช้เทคโนโลยี Direct Air Capture (DAC) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีใหม่สำหรับการรวบรวม CO_2 โดยตรงจากชั้นบรรยากาศผ่านตัวกลางที่เป็นของแข็งหรือของเหลว ซึ่งโมเลกุลของ CO_2 ยังคงอยู่ เมื่อนำพลังงานเข้าสู่ตัวกลาง CO_2 เข้มข้นจะถูกปล่อยออกมา ทำให้สามารถรวบรวม จัดเก็บ หรือนำไปใช้ได้ แสดงดังรูปที่ 1

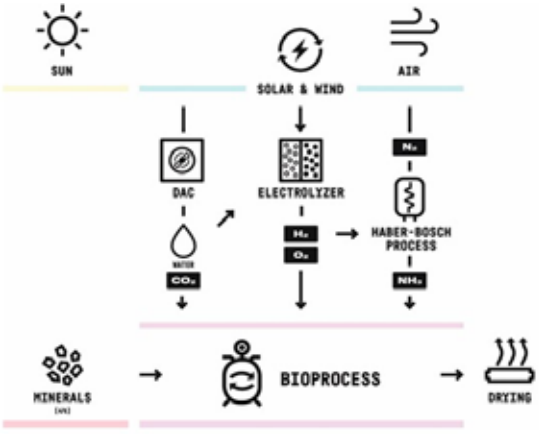


รูปที่ 1 Direct Air Capture (DAC)

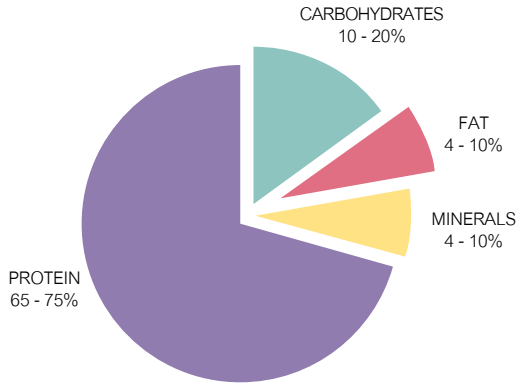
นอกจากเทคโนโลยีการดักจับ CO_2 ที่กล่าวไว้ข้างต้นแล้ว การผลิต Air Protein ยังใช้พลังงานไฟฟ้าหมุนเวียนในการแยกก๊าซไฮโดรเจน (H_2) ออกจากน้ำในอากาศ เพื่อเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ กระบวนการผลิต Air Protein ใช้หลักการพื้นฐานคล้ายกับการทำโยเกิร์ต เริ่มต้นการหมักด้วยองค์ประกอบที่ได้จากอากาศอย่างคาร์บอนไดออกไซด์, ออกซิเจน, ไนโตรเจน, น้ำ, แร่ธาตุ และเติมจุลินทรีย์ที่มีชีวิตลงไปเพื่อใช้ไฮโดรเจน (H_2) และเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นโปรตีนเซลล์เดียว ถังหมักที่ใช้ในกระบวนการผลิตจะเป็นระบบปิดและออกแบบพิเศษจะไม่มีการปล่อย CO_2 ออกมาสู่ภายนอก ทำให้ตลอดกระบวนการผลิตไม่มีการเพิ่ม CO_2 ออกสู่ชั้นบรรยากาศ (close loop carbon cycle) พลังงานที่ใช้จะเป็นพลังงานหมุนเวียน ซึ่งปฏิกิริยาการตรึง CO_2 ของ Hydrogen (H_2) - oxidizing bacteria (HOB) คือ

$$H_2 + O_2 + CO_2 \xrightarrow{HOB} \text{biomass} + H_2O$$

โดยที่ H_2 เป็นตัวให้อิเล็กตรอน และ O_2 เป็นตัวรับอิเล็กตรอน เพื่อสร้างพลังงาน และตรึง CO_2 ผ่านกระบวนการสร้างหรือสังเคราะห์สารอาหารจากสารที่มีโมเลกุลเล็กให้เป็นสารที่มีโมเลกุลใหญ่ (anabolism) เพื่อผลิตสารอาหาร จากนั้นทำการเก็บเกี่ยวโดยการสกัดและทำให้บริสุทธิ์ (down-stream processing) แสดงดังรูปที่ 2 ผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังจากการทำให้บริสุทธิ์จะได้เป็นโปรตีน มีลักษณะเป็นผงแห้งสีเหลือง ประกอบด้วยโปรตีน 65-75%, คาร์โบไฮเดรท, ไขมัน, แร่ธาตุ และกรดอะมิโนที่จำเป็นคล้ายกับโปรตีนจากสัตว์ แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 2 กระบวนการผลิต Air Protein



รูปที่ 3 องค์ประกอบทางโภชนาการของผงโปรตีน

อย่างไรก็ตามสิ่งที่น่ากังวลเกี่ยวกับเทคโนโลยีการสร้างอาหารจากอากาศ คือ การนำเอาคาร์บอนไดออกไซด์มาใช้ ซึ่งสภาพแวดล้อมของสถานที่ผลิตและความบริสุทธิ์ของอากาศเป็นหนึ่งในความท้าทายที่สำคัญ หากอากาศของชุมชนรอบสถานที่ผลิต มีปริมาณฝุ่น PM 2.5 สูง ผู้ผลิตจำเป็นต้องกำจัดสิ่งปนเปื้อนออกไปจากอากาศก่อนเข้าสู่ระบบ Direct Air Capture เพื่อให้ได้คาร์บอนไดออกไซด์บริสุทธิ์ ซึ่งกระบวนนี้ต้องใช้ต้นทุนในการผลิตสูง ปัจจุบันการผลิต Air Protein มีต้นทุนการผลิตที่ลดลง เนื่องจากมีการนำเอาพลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์ รวมถึงความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีมาใช้ในกระบวนการผลิต

สำหรับการนำ Air Protein ที่ได้จากกระบวนการข้างต้น มาใช้ประโยชน์นอกจากการผลิตเพื่อเป็นอาหารสำหรับนักบินอวกาศแล้ว ยังสามารถต่อยอดเป็นโปรตีนทางเลือกสำหรับกลุ่มผู้บริโภคอาหารมังสวิรัติ (Vegetarian) โดย Air Protein เป็นแหล่งโปรตีนทางเลือก สำหรับผู้ที่ต้องการโปรตีนแต่ไม่ต้องการบริโภคเนื้อสัตว์ ซึ่งสามารถนำไปผ่านกระบวนการแปรรูปและผลิตเป็นอาหาร อาทิ เนื้อสเต็ก แฮมเบอร์เกอร์ ขนมปัง พาสต้า ไอศกรีม เป็นต้น ทั้งนี้ Air Protein มีปริมาณโปรตีนสูงและใช้เวลาในการผลิตน้อยกว่า 1 เดือน นอกจากนี้ยังเป็นเทคโนโลยีที่สนับสนุนให้เกิดการกระจายอาหารที่เท่าเทียมกันทั่วโลก เพราะสามารถผลิตได้ในทุกสภาวะแวดล้อม ไม่ถูกจำกัดด้วยทรัพยากรธรรมชาติหรือสภาพภูมิอากาศ สามารถลดการใช้ปริมาณที่ดิน ทรัพยากรทางการเกษตรและน้ำ การผลิต Air Protein แต่ละครั้งมีการสร้างและสะสมมลพิษน้อยกว่าการผลิตเนื้อวัวถึง 100 เท่า และน้อยกว่าการผลิตโปรตีนจากพืชถึง 5 เท่า แสดงดังรูปที่ 4

สรรสาระ

รูปที่ 4 การผลิตโปรตีนโดยใช้ HOB เพื่อลดการใช้ที่ดินและน้ำ

ด้วยข้อจำกัดด้านทรัพยากรที่ใช้ในกระบวนการผลิตอาหารภายใต้การเพิ่มขึ้นของประชากรโลก ส่งผลให้ผู้ผลิตและผู้บริโภคเกิดความตระหนักในผลกระทบของสิ่งแวดล้อมมากขึ้น โปรตีนทางเลือกจึงไม่ใช่แค่อุตสาหกรรมที่เกิดขึ้นตามกระแสนิยม แต่ยังสามารถกำหนดทิศทางอุตสาหกรรมอาหารในอนาคตได้ ซึ่งแนวโน้มจากการคาดการณ์โดยศูนย์วิจัยกสิกรไทย ระบุว่า ตลาดโปรตีนทางเลือกและอาหารอนาคตในประเทศไทย จะมีมูลค่าสูงถึง 4,500 ล้านบาท หรือคิดเป็น 12% ของตลาดโปรตีนทางเลือกที่มีมูลค่ากว่า 36,200 ล้านบาท และมูลค่าตลาดโปรตีนทางเลือกและอาหารอนาคต มีโอกาสขยับสูงขึ้นถึง 5,670 ล้านบาท ภายในปี 2567 (CAGR 2564-2567: 8% ต่อปี) ดังนั้น Air Protein จึงเป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่มีศักยภาพสำหรับการผลิตโปรตีนทางเลือกและยังส่งเสริมให้เกิดการกระจายอาหารที่เท่าเทียมกันทั่วโลก ก่อให้เกิดความยั่งยืนทางด้านอาหารของโลกได้ในอนาคตต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. นวัตกรรม “อาหารแห่งอนาคต (Future Food)” ทางรอดสู่ความมั่นคงทางด้านอาหารต่อสู้ปัญหาวิกฤตอาหารโลก [ออนไลน์], สืบค้นจาก: https://fti.or.th/2023/01/20 [อ้างอิงถึงวันที่ 4 กรกฎาคม 2566]
2. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 376) พ.ศ. 2559 เรื่องอาหารใหม่ (Novel Food)
3. Jani Sillmana, et al., 2019: Bacterial protein for food and feed generated via renewable energy and direct air capture of CO2: Can it reduce land and water use? [อ้างอิงถึงวันที่ 3 กรกฎาคม 2566]
4. Direct Air Capture (DAC) [ออนไลน์], สืบค้นจาก: https://ncx.com/learning-hub/comparing-forest-carbon-and-direct-air-capture-carbon-credits/ [อ้างอิงถึงวันที่ 4 กรกฎาคม 2566]
5. Solar Food [ออนไลน์], สืบค้นจาก: https://www.solein.com/ [อ้างอิงถึงวันที่ 4 กรกฎาคม 2566]
6. Dilek Ercili-Cura, et al., 2019 : Food out of thin air [อ้างอิงถึงวันที่ 4 กรกฎาคม 2566]
7. Nature’s Ultimate Protein Made from Air [ออนไลน์], สืบค้นจาก: https://www.airprotein.com/ [อ้างอิงถึงวันที่ 4 กรกฎาคม 2566]
8. Xiaona Hu, et al.,2020: Microbial Protein out of Thin Air: Fixation of Nitrogen Gas by an Autotrophic Hydrogen-Oxidizing Bacterial Enrichment [อ้างอิงถึงวันที่ 3 กรกฎาคม 2566]
9. Bart Pander, et al.,2020: Hydrogen oxidising bacteria for production of single-cell protein and other food and feed ingredients [อ้างอิงถึงวันที่ 3 กรกฎาคม 2566]
10. ตลาดโปรตีนทางเลือก ที่มาจากนวัตกรรมอาหารใหม่ในไทย [ออนไลน์], สืบค้นจาก: https://www.market-think.co/17558 [อ้างอิงถึงวันที่ 4 สิงหาคม 2566]